

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

#5
Priority
Page
RAB:lp
4/5/02

In re the Application of

Makoto KONDO

Application No.: 09/803,920

Filed: March 13, 2001

Docket No.: 108920

For: SUBSTRATE HOLDING APPARATUS AND EXPOSURE APPARATUS INCLUDING
SUBSTRATES HOLDING APPARATUS

CLAIM FOR PRIORITY

Director of the U.S. Patent and Trademark Office
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2000-069321 filed March 13, 2000

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

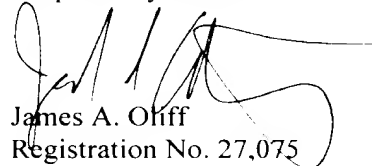
 X is filed herewith.

 was filed on in Parent Application No. filed .

 will be filed at a later date.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,


James A. Oliff
Registration No. 27,075

Joel S. Armstrong
Registration No. 36,430

JAO:JSA/cmm
Date: April 13, 2001

OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

DEPOSIT ACCOUNT USE AUTHORIZATION Please grant any extension necessary for entry; Charge any fee due to our Deposit Account No. 15-0461
--



日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 3月13日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-069321

出 願 人

Applicant (s):

株式会社ニコン

2001年 1月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造

出証番号 出証特2000-3109725

【書類名】 特許願

【整理番号】 99-01249

【提出日】 平成12年 3月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/68
H01L 21/027

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン
内

【氏名】 近藤 誠

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代表者】 吉田 庄一郎

【代理人】

【識別番号】 100098165

【弁理士】

【氏名又は名称】 大森 聡

【電話番号】 044-900-8346

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019840

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9115388

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板保持装置及び該装置を備えた露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 平板状の基板を保持する基板保持装置において、
ベース部材と、

それぞれの先端部が実質的に同一平面上に位置するように、かつ三角形の格子状に前記ベース部材上に配置された複数の突起状の支持部とを有し、

前記複数の支持部上に前記基板を載置することを特徴とする基板保持装置。

【請求項 2】 前記複数の支持部上の前記基板を前記ベース部材側に吸引する吸引機構を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の基板保持装置。

【請求項 3】 前記ベース部材上に前記複数の支持部を囲むように設けられてリング状に閉じた突部と、

該突部の内側の気体を吸引する気体吸引部と
を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の基板保持装置。

【請求項 4】 前記複数の支持部は 1 辺の長さ a [m] の正三角形の格子状に配置され、

前記基板を前記ベース部材側に吸引する際の単位長さ当たりの吸引力を p [N/m]、前記基板を吸引する際の許容変形量を δ_{max} [m]、前記基板のヤング率を E [Pa]、前記基板の厚さを t [m] としたとき、前記正三角形の長さ a 及び前記吸引力 p が以下の条件を満たすようにしたことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の基板保持装置。

$$p \cdot a^4 \leq 18 \cdot E \cdot t^3 \cdot \delta_{max}$$

【請求項 5】 前記基板は直径が約 300 mm の半導体基板であり、前記正三角形の 1 辺の長さ a を 1 mm ～ 3 mm としたことを特徴とする請求項 4 記載の基板保持装置。

【請求項 6】 平板状の基板を保持する基板保持装置において、
ベース部材と、

それぞれの先端部が実質的に同一平面上に位置するように、かつ前記ベース部材上に配置された複数の突起状の支持部とを有し、

前記支持部の前記基板との接触面を含む所定領域に導電性の材料を被着し、
前記所定領域の間に部分的に前記導電性の材料を被着しない領域を設けたこと
を特徴とする基板保持装置。

【請求項 7】 前記ベース部材及び前記複数の支持部は低膨張率の非導電性の材料より形成されることを特徴とする請求項 6 記載の基板保持装置。

【請求項 8】 平板状の基板を保持する基板保持装置において、
ベース部材と、
それぞれの先端部が実質的に同一平面上に位置するように前記ベース部材上に
配置された複数の突起状の支持部と、
前記ベース部材上に前記複数の支持部を囲むように設けられてリング状に閉じ
た突部と、
該突部の内側の気体を吸引する気体吸引部とを設け、
前記基板を前記複数の支持部上に載置するときの吸引力に比べて前記基板の載
置後の吸引力を弱く設定することを特徴とする基板保持装置。

【請求項 9】 前記基板の載置時に比べて少なくとも前記基板の加工時に前
記気体の吸引力を弱く設定することを特徴とする請求項 8 記載の基板保持装置。

【請求項 10】 前記基板を前記複数の支持部上から取り外すときに、前記
リング状の突部の内側に気体を吹き付ける気体供給部を設けたことを特徴とする
請求項 8 又は 9 記載の基板保持装置。

【請求項 11】 露光ビームで第 1 物体を介して第 2 物体を露光する露光装
置であって、

請求項 1 ～ 10 の何れか一項記載の基板保持装置を備え、該基板保持装置によ
って前記基板としての前記第 2 物体を保持することを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば半導体素子、液晶表示素子、プラズマディスプレイ素子又は
薄膜磁気ヘッド等のデバイスを製造するためのリソグラフィ工程でマスクパター
ンを基板上に転写する際に、その基板を保持するために使用される基板保持装置

、及びその基板保持装置を備えた露光装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

半導体素子等を製造する際に、マスクとしてのレチクルのパターンの像を基板としてのレジストが塗布されたウエハ（又はガラスプレート等）上の各ショット領域に転写するために、ステップ・アンド・リピート方式等の一括露光型の露光装置、及びステップ・アンド・スキャン方式等の走査露光型の露光装置が使用されている。このような露光装置では、ウエハはウエハホルダ上に真空吸着や静電吸着等によって保持され、このウエハホルダが粗微動可能なウエハステージ上に固定されている。

【 0 0 0 3 】

従来のウエハホルダは、例えば特開平 1 - 1 2 9 4 3 8 号公報に開示されているように、正方形の格子状に配置された多数のピンと、これらのピンの間の吸引孔より気体を吸引する吸引部とを備えていた。そして、その多数のピン上にウエハを載置した状態で、その吸引部によってウエハとウエハホルダとの間の気体を排気することで、ウエハを吸着保持していた。また、ウエハの帯電を防止するため、ウエハホルダの表面の全面に導電性の材料をコーティングし、そのウエハホルダの裏面側でアース接続を行う場合があった。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

上記の如く従来のウエハホルダでは、例えば正方形格子状に配置された複数のピンの上にウエハを載置し、真空吸着等によってウエハを保持していた。しかしながら、真空吸着等によりウエハに局所的な変形（湾曲等）が生じ、その変形量が例えば投影光学系の焦点深度の幅程度に大きくなると、その部分での解像度が低下するため、ウエハ上のショット領域によっては部分的に良好な露光が行えなくなる。

【 0 0 0 5 】

この真空吸着等によるウエハの変形を抑えるためには、ウエハを支持するピンの配置間隔を細かくするか、又は吸引力を弱くすればよいが、吸引力を単に弱く

すると、例えばステップ移動時の加速期間や減速期間等でウエハの位置ずれが生じる恐れがある。一方、ピンの配置間隔を細かくすると、ウエハとウエハホルダとの接触率が増加し、ウエハの裏面とウエハホルダとの間に異物が挟まれる可能性も増加するため、ウエハの平坦度の悪化を招く恐れがあった。

【 0 0 0 6 】

また、ウエハホルダが低熱膨張率の材料より形成されている場合に、ウエハホルダの表面に帯電防止用の材料をコーティングすると、その帯電防止用の材料とウエハホルダを形成する材料との熱膨張率の違いにより内部応力が発生し、帯電防止用の材料が割れたり剥がれたりする恐れがあった。このため、帯電防止用の材料をそれ程厚くコーティングすることができず、ウエハホルダの表面に帯電防止用の材料をコーティングした後で、ウエハとの接触面の平坦度の向上を図るために、その接触面（コーティング面）の研磨加工等を行うことは困難であり、その接触面に微小な凹凸が残る恐れがあった。

【 0 0 0 7 】

また、半導体素子等の製造においては、スループットの向上が求められているが、従来の露光装置においては、ウエハをウエハホルダ上に載置してから、ウエハを吸着保持しておくための真空ポンプによって気体の排気（吸引）を開始していたため、ウエハの保持力を所定の目標値にするまでの時間が長くなっていた。更に、ウエハ交換のためにウエハをウエハホルダから搬出する際に、その真空ポンプの吸引を停止した場合に、従来は単に例えば大気圧の気体に連通するバルブを開いていたため、そのウエハの吸引力が無くなるまでの時間が長くなっていた。従って、従来のウエハホルダでは、ウエハのロード時及びアンロード時に時間がかかり、露光工程のスループットを高める上での障害となっていた。

【 0 0 0 8 】

本発明は斯かる点に鑑み、ウエハ等の基板との間の接触面積に対して、その基板を吸着した場合の変形量を小さくできる基板保持装置を提供することを第1の目的とする。

また本発明は、基板との接触面を含む領域に帯電防止用の材料がコーティングされていると共に、その材料の割れ等を防止できる基板保持装置を提供すること

を第 2 の目的とする。

【 0 0 0 9 】

更に本発明は、基板の吸着開始動作又は吸着解除動作を高速化して、スループットの向上を図ることができる基板保持装置を提供することを第 3 の目的とする。

また本発明は、そのような基板保持装置を備えた露光装置を提供することをも目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明による第 1 の基板保持装置は、平板状の基板（W）を保持する基板保持装置において、ベース部材（4）と、それぞれの先端部が実質的に同一平面（Q）上に位置するように、かつ三角形の格子状にそのベース部材上に配置された複数の突起状の支持部（1）とを有し、その複数の支持部上にその基板を載置するものである。

【 0 0 1 1 】

斯かる本発明のように、その基板と接触する複数の支持部を三角形の格子状に配置した場合には、その複数の支持部を例えば四角形の格子状に配置した場合に比べて、その支持部の密度（その基板との接触面積）に対してその複数の支持部と重心位置との間隔が短くなり、その基板の変形量が少なくなる。従って、本発明によれば、その基板とその複数の支持部との間に異物が挟み込まれる可能性を従来例と同程度にすると、静電吸着又は真空吸着等で吸着した場合のその基板の変形量を小さくでき、その基板の平坦度の悪化を抑えることができる。

【 0 0 1 2 】

この場合、その複数の支持部上のその基板をそのベース部材側に吸引する吸引機構を設けることが望ましい。その吸引によって、例えばその基板保持装置を移動させる際の、その基板の横ずれが防止される。

また、その吸引機構を真空吸着方式で構成した場合の一例は、そのベース部材上にその複数の支持部を囲むように設けられてリング状に閉じた突部（2）と、この突部の内側の気体を吸引する気体吸引部（5，7）とを有するものである。

この構成では更に、その突部（２）とその基板との間に異物が挟み込まれる可能性を低くするために、その突部の上面にもその基板を保持するための複数の極めて浅い段差の（リークの少ない）突起状の支持部を設けることが望ましい。

【 0 0 1 3 】

これらの場合、その複数の支持部（１）上のその基板（W）をそのベース部材（４）側に吸引する吸引機構（５， ６ A ～ ６ C， ７）を設け、その複数の支持部は１辺の長さ a [m] の正三角形の格子状に配置され、その基板をそのベース部材側に吸引する際の単位長さ当たりの吸引力を p [N/m]、その基板を吸引する際の許容変形量を δ_{max} [m]、その基板のヤング率を E [Pa]、その基板の厚さを t [m] としたとき、その正三角形の長さ a 及びその吸引力 p が以下の条件を満たすようにすることが望ましい。

【 0 0 1 4 】

$$p \cdot a^4 \leq 18 \cdot E \cdot t^3 \cdot \delta_{max} \quad \dots (1)$$

この条件を満たすことで、吸引による基板の変形量を許容変形量 δ_{max} 以下に抑えることができる。

次に、本発明による第２の基板保持装置は、平板状の基板（W）を保持する基板保持装置において、ベース部材（４）と、それぞれの先端部が実質的に同一平面上に位置するように、かつそのベース部材上に配置された複数の突起状の支持部（１）とを有し、その支持部のその基板との接触面を含む所定領域に導電性の材料（４２）を被着し、その所定領域の間に部分的にその導電性の材料を被着しない領域（ST）を設けたものである。その領域（ST）はスリット状に設けられることが望ましい。

【 0 0 1 5 】

斯かる本発明によれば、例えばスリット状に導電性の材料（帯電防止用の材料）を被着しない領域を設けているため、そのベース部材やその支持部を形成する材料とその導電性の材料との熱膨張率の違いにより、その導電性の材料が割れたり剥がれたりすることが抑えられる。このため、その導電性の材料を或る程度厚く被着することができ、その導電性の材料を被着してからその基板との接触面を加工することができる。従って、その基板との接触面の平坦度を良好にすること

ができ、ひいてはその基板の平坦度を良好に保つことができる。

【 0 0 1 6 】

この場合、そのベース部材及びその複数の支持部を低膨張率の非導電性の材料より形成することが望ましい。これは、温度変化による伸縮を少なくするためである。また、その導電性の材料の一例は窒化チタン又は炭化チタンである。

次に、本発明による第3の基板保持装置は、平板状の基板（W）を保持する基板保持装置において、ベース部材（4）と、それぞれの先端部が実質的に同一平面上に位置するようにそのベース部材上に配置された複数の突起状の支持部（1）と、そのベース部材上にその複数の支持部を囲むように設けられてリング状に閉じた突部（2）と、この突部の内側の気体を吸引する気体吸引部（5，6A～6C，7，8a，8b）とを設け、その基板をその複数の支持部上に載置するときの吸引力に比べてその基板の載置後の吸引力を弱く設定するものである。この場合、その基板の載置時に比べて少なくともその基板の加工（露光等）時にその気体の吸引力を弱く設定することが望ましい。

【 0 0 1 7 】

斯かる本発明によれば、その基板をその複数の支持部上に載置するときの吸着開始動作時の吸引力が、その基板の載置後（例えば露光等の加工時）の吸引力に比べて大きく設定される。従って、吸着開始から目標とする吸着力が得られるまでの時間を短縮でき、露光装置に適用した場合には露光工程のスループットを向上できる。また、加工時の吸引力は、例えばその基板の位置ずれが生じない程度に設定されるため、吸着による基板の変形を最小限に抑えることができる。

【 0 0 1 8 】

この場合、その基板をその複数の支持部（1）上から取り外すときに、そのリング状の突部（2）の内側に気体を吹き付ける気体供給部（9）を設けることが望ましい。これによって、その基板の吸着解除動作が高速化される。

また、本発明による露光装置は、露光ビームで第1物体（R）を介して第2物体（W）を露光する露光装置であって、本発明の基板保持装置（WH）を備え、この基板保持装置によってその基板としてのその第2物体を保持するものである。本発明の露光装置によれば、本発明の基板保持装置を備えているため、その基

板の吸着力を低下させることなく、その基板の平坦度を良好に保つことができ、高機能のデバイスを高いスループットで製造することができる。

【 0 0 1 9 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の一例につき図面を参照して説明する。本例は、投影露光装置のウエハホルダ及びその付属機構に本発明を適用したものである。

図 1 (a) は、本例のウエハホルダ W H を示す平面図、図 1 (b) は、図 1 (a) の B B 線に沿う断面図を示し、図 1 において、ウエハホルダ W H は、ほぼ正方形の平板状のベース部材 4 の上面に、保持対象とするウエハの輪郭よりも僅かに小さいリング状に閉じた凸部よりなるリム部 2 を形成し、このリム部 2 によって囲まれた領域内に多数のピン 1 を正三角形の格子状に配置して構成されている。そのベース部材 4 は、一例として低膨張率のセラミックスより形成され、そのベース部材 4 の上面をエッチングすることによってその多数のピン 1、及びリム部 2 が形成されている。但し、多数のピン 1 及びリム部 2 を別々に製造して、それぞれを接着等によってベース部材 4 上に固定するようにしてもよい。

【 0 0 2 0 】

この場合、その多数のピン 1 及びリム部 2 が、それぞれ本発明の複数の突起状の支持部及びリング状に閉じた突部に対応しており、その多数のピン 1 の先端部及びリム部 2 の先端部は、同一平面 Q 上に位置している。なお、リム部 2 は、その内径（内面の輪郭）が保持対象のウエハの輪郭よりも小さいければよく、その外径（外面の輪郭）はそのウエハの輪郭より大きくともよい。以下、平面 Q に垂直に Z 軸を取り、Z 軸に垂直な平面（図 1 (a) の紙面に平行な平面）内の直交座標系を X 軸及び Y 軸として説明する。

【 0 0 2 1 】

先ず、本例のウエハホルダ W H は、図 1 (b) に 2 点鎖線で示すように投影露光装置のウエハステージの試料台 5 8 上に固定されて使用され、多数のピン 1 及びリム部 2 の先端部に接する平面 Q の位置に露光対象のウエハの底面が載置される。この際に、ベース部材 4 の中央部に貫通孔が形成され、試料台 5 8 の内部からその貫通孔を通して Z 方向に昇降自在にセンタピン 3 が配置されており、この

センタピン 3 を降下又は上昇させることによって、それぞれウエハの搬入（ロード）及び搬出（アンロード）が行われる。なお、センタピン 3 を省略して、リム部 2 の外側に突き出るウエハの外周部の底面に搬送用のアームを差し込み、このアームを昇降させてウエハの着脱を行うようにしてもよい。

【 0 0 2 2 】

また、図 1（a）に示すように、ベース部材 4 にはセンタピン 3 の位置を中心として、ピン 1 とは機械的に干渉しないように、かつほぼ等角度間隔の 3 方向に一連の給排気孔 6 A、6 B 及び 6 C が形成され、これらの給排気孔 6 A ～ 6 C はベース部材 4 の内部の通気孔を介して外部の給排気管 5 に連通している。更に、ウエハホルダ W H の外部に、ウエハを所定の吸着力で真空吸着するための真空ポンプ 7、ウエハを高速に吸着するための真空室 8 a、この真空室 8 a の内部の排気を行う真空ポンプ 8 b、及びウエハをウエハホルダ W H より取り外す（アンロードする）際に使用される給気装置 9 が備えられている。その真空ポンプ 7、真空室 8 a、及び給気装置 9 は、それぞれ電磁的に開閉自在のバルブ V 1、V 2 及び V 3 を介して給排気管 5 に接続されている。そして、給排気管 5 の内部の気圧を計測するための気圧計（不図示）が接続され、この気圧計による気圧の計測値が制御系（不図示）に供給され、この制御系がその気圧とウエハのロード又はアンロードの制御情報とに基づいて、バルブ V 1 ～ V 3 の開閉と、真空ポンプ 7、8 a 及び給気装置 9 の動作とを制御する。ウエハホルダ W H、真空ポンプ 7、8 b、真空室 8 a、給気装置 9、給排気管 5、バルブ V 1 ～ V 3、及び不図示の制御系等よりなるウエハホルダシステムが、本発明の基板保持装置に対応している。

【 0 0 2 3 】

基本的な動作としては、ウエハをロードする際にはバルブ V 1 ～ V 3 を閉じた状態で、センタピン 3 を降下させてウエハを多数のピン 1 及びリム部 2 の上に載置した後、バルブ V 1 を開いて真空ポンプ 7 を動作させることによって、ウエハは所定の真空吸着力で保持される。一方、ウエハをアンロードする際には、真空ポンプ 7 の動作を停止させて、バルブ V 1 を閉じた後、一例としてバルブ V 3 を開いて大気圧と同じ気圧の気体をリム部 2 の内側に導き、上記の気圧計で計測さ

れる気圧がほぼ大気圧（ほぼ 1 気圧）に達した時点で、センタピン 3 が上昇する。なお、真空室 8 a 及び給気装置 9 の使用例については後述する。

【 0 0 2 4 】

さて、本例のウエハホルダ W H のベース部材 4 に設けられた多数のピン 1 は正三角形の格子状に配置されている。即ち、多数のピン 1 は、正三角形、及びこれを 1 8 0° 回転（反転）した正三角形を交互に X 方向、Y 方向に密着させて配置して得られる周期的な格子の各格子点に配置されている。この配置を採用した理由につき詳細に説明する。

【 0 0 2 5 】

図 2 は、本例のウエハホルダ W H のベース部材 4 上の多数のピン 1 が配置されている領域を拡大して示し、この図 2 において、多数のピン 1 は 1 辺の長さが a の正三角形の格子の各格子点に配置されている。ここで、1 つの正三角形の各頂点に位置する 3 つのピン 1 の中心（これをウエハとの接触部の中心点とみなす）を点 B 1, B 2, B 3 として、点 B 1 ~ B 3 を含むウエハとの接触部の面積を A とする。このとき、各点 B 1 ~ B 3 はそれぞれ隣接する 6 個の正三角形の頂点として共有されるため、点 B 1 ~ B 3 を頂点とする正三角形の領域におけるウエハとピン 1 との接触率 ρ は、以下の式のように表される。なお、以下の各式において、 \sqrt{y} は、 y の平方根を意味する。

【 0 0 2 6 】

$$\begin{aligned}\rho &= (3 \cdot A / 6) / \{ a \cdot (\sqrt{3} / 2) \cdot a / 2 \} \\ &= (2 / \sqrt{3}) (A / a^2) \quad \dots (2)\end{aligned}$$

一方、図 8 は、従来のウエハホルダにおけるピン配置の一例を示し、図 8 のウエハホルダでは、ベース部材 4 0 上にウエハを支持する多数のピン 4 1 が、1 辺の長さ a の正方形の格子の各格子点に配置されている。ここでも、1 つの正方形の各頂点に位置する 4 つのピン 4 1 の中心（ウエハとの接触部の中心点）を点 A 1 ~ A 4 として、点 A 1 ~ A 4 を含むウエハとの接触部の面積を図 2 の配列と同一の A とする。このとき、各点 A 1 ~ A 4 はそれぞれ隣接する 4 個の正方形の頂点として共有されるため、点 A 1 ~ A 4 を頂点とする正方形の領域におけるウエハとピン 4 1 との接触率 ρ は以下の式のように表される。

【 0 0 2 7 】

$$\begin{aligned}\rho_1 &= (4 \cdot A / 4) / a_1^2 \\ &= A / a_1^2 \quad \cdots (3)\end{aligned}$$

ここで、図 8 の正方形の格子の配置における接触率 ρ_1 と、図 2 の正三角形の格子の配列における接触率 ρ_2 とが等しい場合について考えると、(2) 式と (3) 式とが等しいものとして、正三角形の 1 辺の長さ a_2 は、正方形の 1 辺の長さ a_1 を用いて次式で表される。

【 0 0 2 8 】

$$a_2^2 = (2 / \sqrt{3}) a_1^2 \quad \cdots (4)$$

また、真空吸着によるウエハの変形量は、ピン 1, 4 1 の中心から離れた位置ほど大きくなり、その変形量は図 8 の正方形の領域の重心 G_1 、及び図 2 の正三角形の領域の重心 G_2 の位置でそれぞれ最大となる。そして、図 2 の重心 G_2 から最も近いピン 1 の中心までの距離 h_2 、及び図 8 の重心 G_1 から最も近いピン 4 1 の中心までの距離 h_1 はそれぞれ以下の式で表される。

【 0 0 2 9 】

$$h_2 = (1 / \sqrt{3}) a_2 \quad \cdots (5)$$

$$h_1 = (1 / \sqrt{2}) a_1 \quad \cdots (6)$$

よって、(4) 式～(6) 式より、距離 h_2 , h_1 について次の関係が得られる。

$$h_1^2 / h_2^2 = (3\sqrt{3}) / 4 > 1,$$

$$h_1 / h_2 > 1 \quad \cdots (7)$$

これは $h_1 > h_2$ を意味する。従って、接触率 ρ_1 , ρ_2 が等しい場合には、ピンを正方形の格子状に配置するよりも正三角形の格子状に配置する方が、ピンが密に配置され、ピンの中心からウエハの変形量が最大となる重心位置までの距離が短くなり、真空吸着によるウエハの変形量が小さくなる。即ち、本例ではウエハとの接触率を従来例と等しくした（異物を挟み込む確率を等しくした）場合に、真空吸着によるウエハの変形量が従来よりも小さくなるように、ピン 1 を正三角形の格子状に配列したものである。

【 0 0 3 0 】

次に、ピン 1 の配置間隔の決定方法について図 3 及び図 4 を参照して説明する。

図 3 (a) は、図 2 の多数のピン 1 上にウエハを載置して真空吸着した場合の図 2 の A A 線に沿う断面図であり、図 3 (a) に誇張して示すように、ピン 1 上のウエハ W は主に吸着力によって変形している。また、図 3 (a) において、図 2 の重心 G 2 が、点 B 1 から距離 h_2 の点として表示されている。本例では先ず、ウエハ W の変形量は、等分布荷重が加わる長さ $2 \cdot h_2$ の両端支持梁として近似計算する。このため、図 3 (b) に示すように点 B 1 に対して重心 G 2 と対称な位置にピン 1 A を仮想的に配置し、ウエハ W を点 B 1 のピン 1 とピン 1 A との間の長さ $2 \cdot h_2$ の両端支持梁と見なし、近似計算によってその両端支持梁の重心 G 2 での変形量（最大変形量 δ ）を算出する。両端支持梁の最大変形量 δ は、両端支持梁に加わる単位長さ当たりの荷重を w [N/m]、両端支持梁の長さを h [m]、ウエハ W のヤング率を E [Pa]、断面 2 次モーメントを I [m⁴] とすると、公知の次式で表される。

【0031】

$$\delta = w \cdot h^4 / (384 E \cdot I) \quad \cdots (8)$$

ここで、断面 2 次モーメント I は、両端支持梁の幅を b 、厚さを t とすると、次式で表される。

$$I = (1/12) b \cdot t^3 \quad \cdots (9)$$

また、両端支持梁の長さ h は、(6) 式より次式のように表される。

【0032】

$$h = 2 \cdot h_2 = (2/\sqrt{3}) a_2 \quad \cdots (10)$$

また、両端支持梁に加わる単位長さ当たりの荷重 w は、ウエハ W を真空吸着する際の単位長さ当たりの吸引圧力 p [N/m] であり、両端支持梁の幅 b を単位長さ ($b = 1$) とし、ウエハ W の許容変形量 δ_{max} を両端支持梁の最大変形量 δ とすると、(8) 式は次のようになる。

【0033】

$$\begin{aligned} \delta_{max} = \delta &= p (2 \cdot a_2 / \sqrt{3})^4 / (32 E \cdot t^3) \\ &= p \cdot a_2^4 / (18 E \cdot t^3) \quad \cdots (11) \end{aligned}$$

その許容変形量 δ_{max} は、一例として投影露光装置の投影光学系の焦点深度の幅の $1/2$ 程度である。更に、(11) 式を変形すると、ウエハ W の最大変形量を許容変形量 δ_{max} 以下にするための、ピン 1 の配置間隔 a_2 (正三角形の配列の 1 辺の長さ) と吸引圧力 p (吸着力) との関係は、次式のように表される。

【0034】

$$p \cdot a_2^4 \leq 18 E \cdot t^3 \cdot \delta_{max} \quad \cdots (12)$$

例えば SEMI 規格の 8 インチウエハ (直径 = 約 200 mm、 $t = 0.725$ mm、ヤング率 $E = 110.7 \times 10^9$ Pa) を吸引圧力 $p = -78 \times 10^3$ N/m (= -600 mmHg) で吸着する場合において、焦点深度等の観点からウエハの変形量を例えば 4 nm 以下 ($\delta_{max} = 4$ nm) に抑えたい場合、ピン 1 の配置間隔 a_2 の範囲は (12) 式より以下のように計算される。なお、吸引圧力 p は絶対値を用いて計算している。

【0035】

$$\begin{aligned} 78 \times 10^3 \times a_2^4 &\leq 18 \times 110.7 \times 10^9 \times (0.725 \times 10^{-3})^3 \times 4 \times 10^{-9}, \\ a_2^4 &\leq 3.894 \times 10^{-11}, \\ a_2 &\leq 2.50 \times 10^{-3} \text{ [m]} \quad \cdots (13) \end{aligned}$$

従って、ウエハの許容変形量 δ_{max} が 4 nm である場合には、ピン 1 の配置間隔 a_2 を 2.50 mm 以下とすればよい。

【0036】

図 4 は、ピン 1 の配置間隔 a_2 を変えた場合に、上述の (11) 式により求められる 8 インチウエハの最大の変形量と、有限要素法により求められるウエハの最大の変形量との比較を示し、この図 4 において、縦軸はウエハの最大の変形量 δ [nm] を、横軸は吸引圧力 p (但し、単位は mmHg で表す) を示す。また、実線 11 及び点線 10 はピンの配置間隔 a_2 をそれぞれ 2.5 mm 及び 3.0 mm とした場合に (11) 式より求められるウエハの変形量 δ と吸引圧力 p との関係を示す。また、丸い点 13 及び三角形の点 12 はピンの配置間隔 a_2 をそれぞれ 2.5 mm 及び 3.0 mm とした場合に有限要素法により求められるウエハの変形量 δ と吸引圧力 p との関係を示す。また、以下の (表 1) に図 4 の数値

データを示す。

【 0 0 3 7 】

【表 1】

吸引圧力 p (mmHg)	ウエハの最大変形量 δ (nm)			
	本例の近似式		有限要素法	
	a2=2.5mm	a2=3.0mm	a2=2.5mm	a2=3.0mm
-100	0.7	1.4		
-200	1.4	2.8		3
-300	2.1	4.3		
-400	2.7	5.7	2.8	5.8
-500	3.4	7.1		
-600	4.1	8.5	3.4	8.4

【 0 0 3 8 】

図 4 及び (表 1) より、(11) 式より求められた結果と有限要素法により得られた結果とがほぼ近い値となっており、(11) 式が有効に使用できることがわかる。

また、同様の条件で SEMI 規格の 12 インチウエハ（直径が約 300 mm、 $t = 0.775$ mm、ヤング率 E は 8 インチウエハと同じ）を真空吸着する場合には、ピン 1 の配置間隔を 2.63 mm 以下とすればよいことが (12) 式より求められる。更に、12 インチウエハについては、ピン 1 の配置間隔 a2 を以下の範囲に設定することによって、ウエハの許容変形量 δ_{max} を実用的な数 nm 程度以下にした上で、ほぼ必要な吸引圧力 p（吸着力）が得られる。

【 0 0 3 9 】

$$1 \text{ mm} < a2 < 3 \text{ mm} \quad \cdots (14)$$

なお、上記の実施の形態のピン 1 の配置は正三角形の格子状であるが、その配置は必ずしも厳密な正三角形の格子である必要はなく、通常の加工誤差程度の配置の変化は許容されるものである。また、図 1 のウエハホルダ WH を例えば走査露光方式の露光装置に適用した場合に、ウエハの走査方向を Y 方向とすると、ウ

エハ上の露光領域は非走査方向（X方向）に沿って細長いスリット状となる。そこで、一例としてウエハの非走査方向の平面度を走査方向の平面度よりも高めるために、ピン1の配置を、底辺がX軸に平行で、他の2つの辺が底辺よりも長く、かつ互いに等しい2等辺三角形の配置としてもよい。更に、三角形の格子状に配置するとは、見方を変えると、ピンを平行四辺形（又はひし形）の格子状に配置するとも言えることができる。

【0040】

また、図1の実施の形態では、リム部2の上面は平面であるため、リム部2の上面とその上に載置されるウエハとの間にレジスト残滓等の異物が挟み込まれる可能性がある。そこで、異物が挟み込まれる可能性を低くするために、リム部2の上面にもピン1と同様の複数のピン（突起状の支持部）を形成してもよい。この構成例では、リム部2上のピンの上端部が、ベース部材4上のピン1の上端部と共に同一平面Qに接するように、リム部2の高さが調整される。そして、リム部2のピンの間からの真空吸着時の気体のリーク量を少なくするために、一例としてベース部材4上のピン1の高さ（深さ）を200～300 μ m程度とすると、リム部2上のピンの高さは10 μ m程度（1/20～1/30程度）と極めて浅く設定される。また、リム部2上の複数のピンの配置は、正三角形状でもよいが、それ以外にリム部2に沿った複数列のほぼ同心円状の配置等でもよい。

【0041】

次に、図1のウエハホルダWHに対するウエハの帯電防止用の材料のコーティングについて図5を参照して説明する。

図5は、図1のウエハホルダWHの一部を拡大して示し、この図5において、本例のウエハホルダのベース部材4、ピン1、及びリム部2の表面には、例えば窒化チタン（TiN）や炭化チタン（TiC）等の導電性の材料よりなるウエハの帯電防止用の材料42が、蒸着又はスパッタリング等によってコーティングされ、その材料がウエハホルダの裏面でアースされるようになっている。帯電防止用の材料42が本発明の導電性の材料に対応し、その材料42をアースすることによって、ウエハホルダWHに載置されるウエハもアースされて、そのウエハの帯電が防止される。

【 0 0 4 2 】

そして本例では、ウエハホルダWHのベース部材4の表面の一部に帯電防止用の材料42をコーティングしない領域STをスリット状に設けている。これによって、ベース部材4をファインセラミックスやガラスセラミックス等の低熱膨張率の材料から形成した場合であっても、ベース部材4の表面にコーティングされる帯電防止用の材料42とベース部材4を形成する材料との熱膨張率の違いにより、帯電防止用の材料42が割れたり剥がれたりすることが抑えられる。従って、帯電防止用の材料42を或る程度厚くコーティングすることができ、帯電防止用の材料42をコーティングした後で、多数のピン1及びリム部2のウエハとの接触面を例えば研磨加工してその平面度の向上を図ることができ、ひいては吸着保持するウエハの平面度（平坦度）を良好に保つことができる。

【 0 0 4 3 】

なお、帯電防止用のコーティングを行わない領域STの形状は、スリット状に限定されるものではない。更に、図5の例のように帯電防止用のコーティングの割れ等を防止する技術は、図2のように正三角形状に配置されたピンを有するウエハホルダのみならず、正方形の格子状に配置された多数のピンを有するウエハホルダ、及び同心円状に配置される複数のリング状に閉じた凸部を有するウエハホルダ等にも同様に適用することができる。

【 0 0 4 4 】

次に、図1のウエハホルダWHを投影露光装置に適用した場合の一例につき図6及び図7を参照して説明する。

図6は本例で使用される投影露光装置を示し、この図6において露光時には、水銀ランプ、又はエキシマレーザ光源等の露光光源、オプティカル・インテグレータ、可変視野絞り、及びコンデンサレンズ系等からなる照明光学系51より、マスクとしてのレチクルRに対して露光ビームとしての露光光ILが照射される。そして、レチクルRに形成されているパターンの像が、投影光学系PLを介して投影倍率 α （ α は $1/5$ 、 $1/4$ 等）で基板としてのフォトリソグが塗布されたウエハW上の1つのショット領域に投影される。レチクルR及びウエハWはそれぞれ第1物体及び第2物体とみなすことができる。この際に、主制御系53

の制御情報に基づいて露光量制御系 5 2 が露光量を適正化する。以下、投影光学系 P L の光軸 A X に平行に Z 軸を取り、Z 軸に垂直な平面内で図 6 の紙面に平行に X 軸を、図 6 の紙面に垂直に Y 軸を取って説明する。

【 0 0 4 5 】

このとき、レチクル R はレチクルステージ 5 4 上に吸着保持され、レーザ干渉計 5 6 によるレチクルステージ 5 4 の座標の計測値に基づいた駆動系 5 7 の制御情報に基づいて、レチクルステージ 5 4 は、レチクルベース 5 5 上で X 方向、Y 方向、及び回転方向にレチクル R を位置決めする。

一方、ウエハ W はウエハホルダ W H 上に真空吸着によって保持され、ウエハホルダ W H が試料台（Z レベリングステージ） 5 8 上に固定されている。そして、試料台 5 8 は、定盤 6 0 上にエアベアリングを介して浮上するように支持されている X Y ステージ 5 9 上に固定されている。試料台 5 8 は、ウエハ W の Z 方向の位置（フォーカス位置）及び傾斜角を制御してオートフォーカス方式でウエハ W の表面を投影光学系 P L の像面に合わせ込み、X Y ステージ 5 9 は、レーザ干渉計 6 1 によって計測される試料台 5 8 の位置に基づく駆動系 6 2 の制御情報に基づいて、試料台 5 8 を X 方向、Y 方向にステップ移動する。X Y ステージ 5 9 によるステップ移動と、レチクル R のパターン像の露光とをステップ・アンド・リピート方式で繰り返すことによって、ウエハ W 上の各ショット領域への露光が行われる。

【 0 0 4 6 】

次に、ウエハ W をウエハホルダ W H 上に載置する際、及びウエハ W をウエハホルダ W H 上から取り出す際の動作について図 7 のフローチャートを参照して説明する。

ウエハ W をウエハホルダ W H 上に載置する際には、先ず、図 7 のステップ 2 0 1 において、図 1（a）のバルブ V 1 ～ V 3 を全て閉じ、ウエハホルダ W H の吸着動作及び給気動作をオフにする。次に、ステップ 2 0 2 において、ウエハホルダ W H の中心のセンタピン 3 を上昇させ、不図示のロードアーム上のウエハ W をセンタピン 3 上に受け渡す。そして、ステップ 2 0 3 において、ロードアームを待避させた後、センタピン 3 を降下させてウエハホルダ W H 上にウエハ W を載置

し、ステップ204において、図1(a)の高速排気用の真空室8aに通じるバルブV2を開いて、ベース部材4、リム部2、及びウエハWで囲まれた空間内の気体を高速に排気(高速吸引)する。この際に本例では、スループットの向上を図るため、真空室8aを使用することによって吸引圧力を例えば-600mmHg程度と高くしている。

【0047】

そして、ウエハWを高速に吸着した後、ステップ205において、図1(a)のバルブV2を閉じて通常使用のための真空ポンプ7に通じる排気用のバルブV1を開き、真空ポンプ7の吸引力によりウエハを吸着し、ステップ206の露光動作に移行する。ウエハWを載置した後において、ウエハWをウエハホルダWHから取り出すまでの間は、ウエハステージの移動等によりウエハWが横ずれしてプリアライメント精度等に悪影響を与えない程度の吸引圧力(吸着力)があればよく、それ程高い吸引圧力は必要とされない。そこで本例では、真空吸着によるウエハWの変形を最小限に抑えるため、通常使用のための真空ポンプ7による吸引圧力を例えば-200~-250mmHg程度と低くしている。

【0048】

このように、ウエハをウエハホルダWH上に載置する際とそれ以外の動作等を行う際とで吸引圧力を異ならせることによって、ウエハをウエハホルダWH上に載置する際の時間を短縮して、露光工程のスループットの向上を図ることができると共に、真空吸着によるウエハの変形を最小限に抑えることができる。

次に、ウエハWをウエハホルダWH上から取り出す際には、先ず、図7のステップ211において、図1(a)の排気用のバルブV1を閉じ、吸着動作をオフにする。そして、ステップ212において、センタピン3を上昇させると共に、給気用のバルブV3を開いてウエハWの底面に気体を吹き付け、ステップ213において、ウエハホルダWHからセンタピン3にウエハWを受け渡し、センタピン3から不図示のアンロードアームにウエハを受け渡し、ステップ214において、ウエハの交換を行う。

【0049】

このように、ウエハをウエハホルダWH上から取り出す際にウエハの底面に気

体を吹き付けることによって、ウエハのアンロード時間を短縮して、露光工程のスループットの向上を図ることができる。更に、ウエハの位置検出を行うアライメントセンサ等の大気開放待機時間を短縮することもできる。

なお、図 6 の投影露光装置のウエハホルダ WH としては、図 2 のように正三角形形状に配置されたピンを有するウエハホルダのみならず、正方形の格子状に配置された多数のピンを有するウエハホルダ、及び同心円状に配置される複数のリング状に閉じた凸部を有するウエハホルダ等も同様に使用することができる。

【 0 0 5 0 】

なお、露光光として真空紫外光等を使用する場合には、露光光の光路上の気体をヘリウム等の露光光に対して透過性の気体で置換するが、このような場合には、上記のステップ 2 1 2 においてウエハの底面に吹き付ける気体も、露光光に対して透過性の気体とすることが望ましい。また、ステップ 2 1 2 においてウエハの底面に吹き付ける気体の量は、ウエハが浮き上がらないように微量とすることが望ましい。

【 0 0 5 1 】

なお、上記の実施の形態では、ウエハをウエハホルダに吸着するために真空吸着を行っているが、それ以外に例えば静電吸着によってウエハを吸着する場合にも本発明を適用することができる。

また、図 6 の投影露光装置はステップ・アンド・リピート方式に限られるものではなく、投影露光装置をステップ・アンド・スキャン方式若しくはミラープロジェクション方式等の走査露光方式、又は感光基板上で複数のパターンを部分的に重ねて転写するステップ・アンド・スティッチ方式として構成してもよい。更に、投影光学系を用いない例えばプロキシミティ方式の露光装置等にも本発明を適用することができる。また、露光光（露光ビーム）は紫外光に限られるものではなく、露光ビームとして E U V (Extreme Ultraviolet) 光、X 線、電子線やイオンビームなどの荷電粒子線等を用いてもよい。

【 0 0 5 2 】

また、上記の実施の形態の投影露光装置は、複数のレンズから構成される照明光学系、投影光学系を露光装置本体に組み込み光学調整をして、多数の機械部品

からなるレチクルステージやウエハステージを露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、更に総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより製造することができる。なお、その露光装置の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【 0 0 5 3 】

更に、上記の実施の形態の投影露光装置を用いてウエハ上に半導体デバイスを製造する場合、この半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、このステップに基づいたレチクルを製造するステップ、シリコン材料からウエハを制作するステップ、上記の実施の形態の投影露光装置によりアライメントを行ってレチクルのパターンをウエハに露光するステップ、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）、検査ステップ等を経て製造される。

【 0 0 5 4 】

また、本発明は、液晶表示素子、プラズマディスプレイ素子等の表示素子、撮像素子（CCD）やマイクロマシーン、薄膜磁気ヘッド等のデバイスを製造する際に使用される露光装置、及びマスクやレチクルを転写方式で製造する際に使用される露光装置にも適用される。更には、デバイス製造のためのフォトリソグラフィ工程で用いられる露光装置以外の各種装置（検査装置など）にも本発明を適用することができる。また、本発明の基板保持装置で保持する基板は、円形状（円板状）に限られるものではなく、角型などであってもよい。

【 0 0 5 5 】

なお、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

【 0 0 5 6 】

【発明の効果】

本発明の第1の基板保持装置によれば、基板を吸着保持することによる基板の変形量を小さくできると共に、その基板とその複数の支持部との接触面積の増加を抑えて、それらの間に挟み込まれる異物によるその基板の平坦度の悪化を抑えることができる。従って、露光装置に適用した場合に、その基板の全面にマスク

パターンを高い解像度で転写できる。

【 0 0 5 7 】

次に、本発明による第2の基板保持装置によれば、導電性の材料が被着されると共に、その基板との接触面の平坦度を良好にすることができ、ひいてはその基板の平坦度を良好に保つことができる。

また、本発明による第3の基板保持装置によれば、その基板をその複数の支持部上に載置するときの時間を短縮して、露光装置に適用した場合の露光工程のスループットの向上を図ることができる。更に、吸着による基板の変形を最小限に抑えることができる。

【 0 0 5 8 】

また、本発明による露光装置によれば、本発明の基板保持装置を備えているため、その基板の平坦度を良好に保つことができ、高機能のデバイスを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 (a) は本発明の実施の形態の一例のウエハホルダWHを示す平面図、(b) は図1(a)のBB線に沿う断面図である。

【図2】 図1(a)のベース部材4上の多数のピン1が配置されている領域の一部を示す拡大図である。

【図3】 (a) は図2のAA線に沿う断面図、(b) は仮想的なピン1Aが配置された場合を示す断面図である。

【図4】 その実施の形態の近似式により求められるウエハの変形量と、有限要素法により求められるウエハの変形量との比較を示す図である。

【図5】 その実施の形態の一例のウエハホルダの表面において、ウエハの帯電防止用の材料42をコーティングする領域を示す図である。

【図6】 図1のウエハホルダWHを基板保持装置として備えた投影露光装置の一例を示す構成図である。

【図7】 ウエハをウエハホルダWH上に載置する際、及びウエハをウエハホルダWH上から取り出す際の動作を示すフローチャートである。

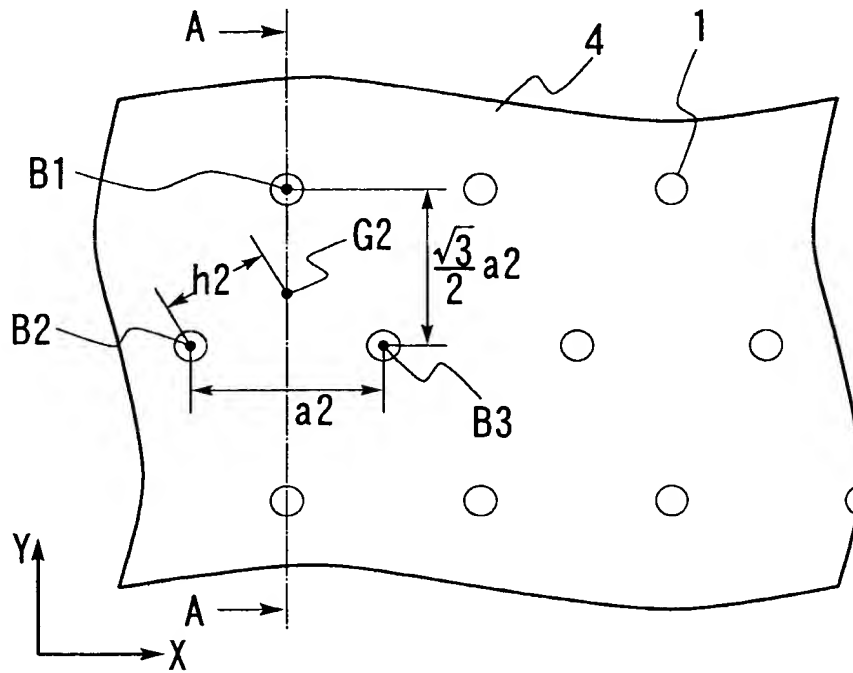
【図8】 従来のウエハホルダ上の多数のピン41が配置されている領域を

示す図である。

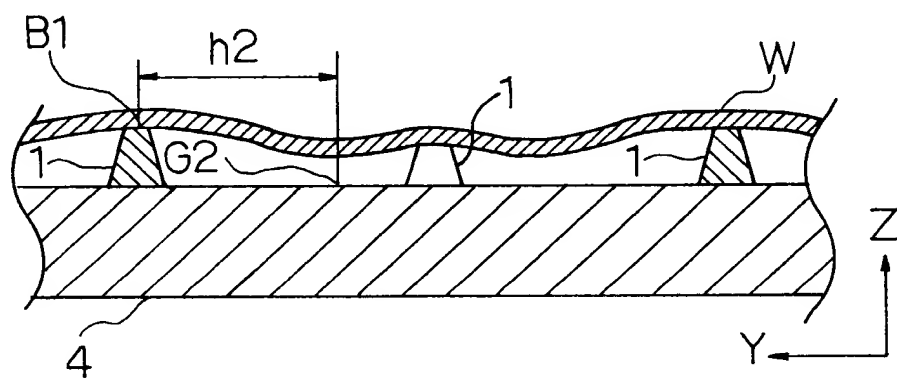
【符号の説明】

P L … 投影光学系、R … レチクル、W … ウエハ、W H … ウエハホルダ、1, 4
1 … ピン、2 … リム部、3 … センタピン、4 … ベース部材、5 … 給排気管、6 A
～ 6 C … 給排気孔、7, 8 b … 真空ポンプ、8 a … 真空室、9 … 給気装置、4 2
… 帯電防止用の材料、5 3 … 主制御系、5 8 … 試料台、5 9 … X Y ステージ

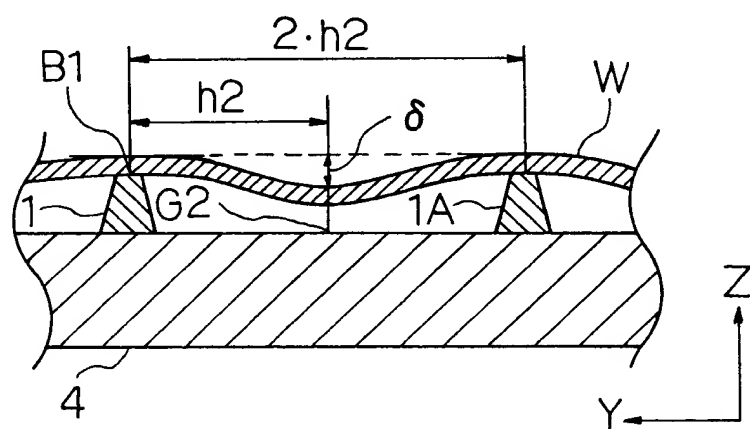
【図 2】



【図3】

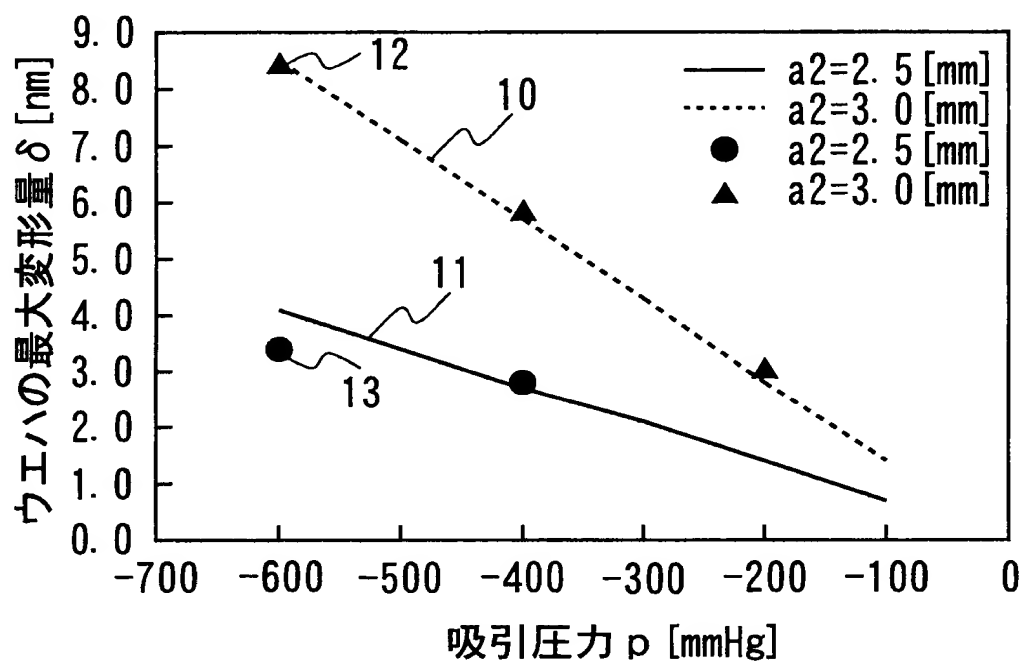


(a)

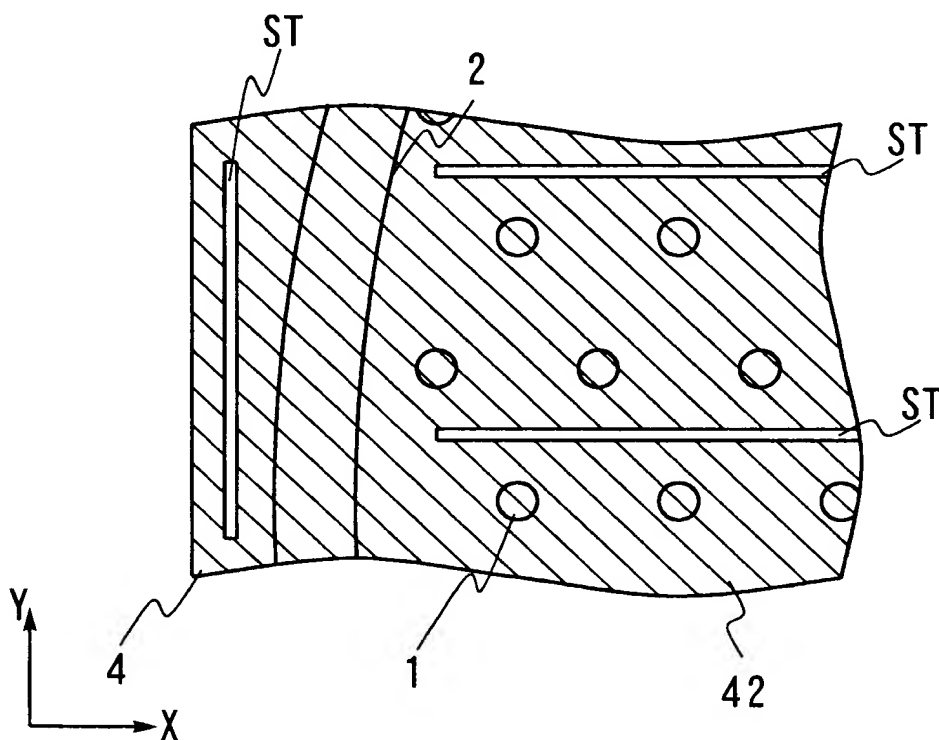


(b)

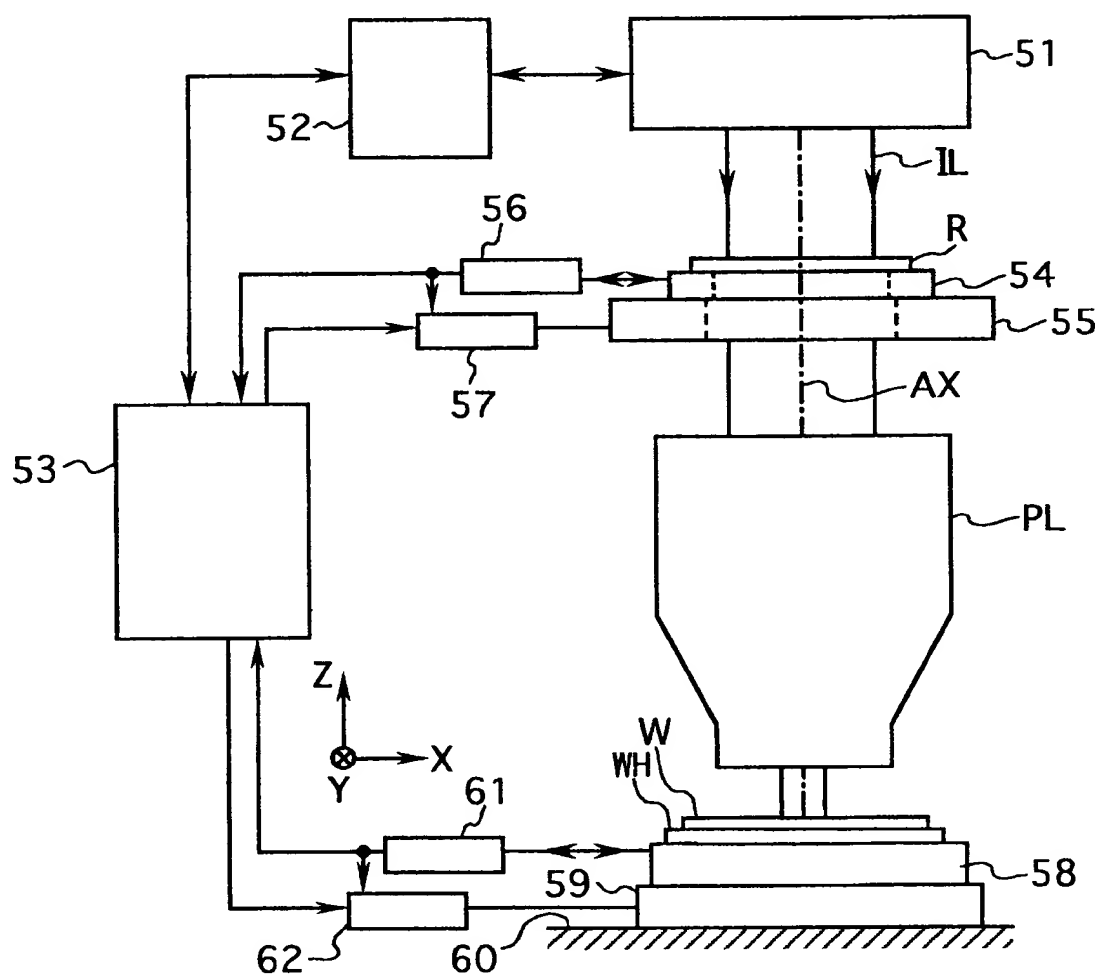
【図 4】



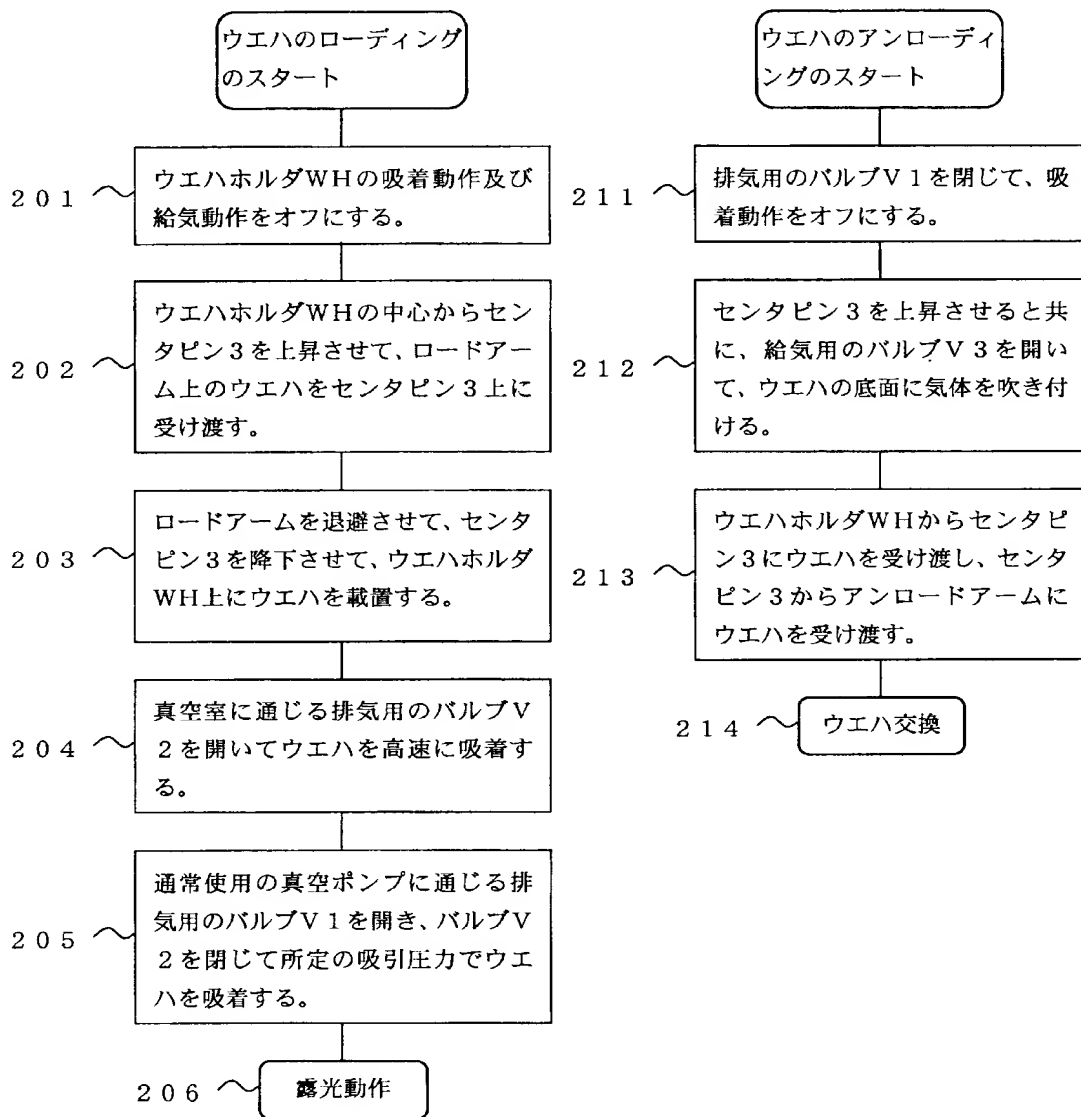
【図 5】



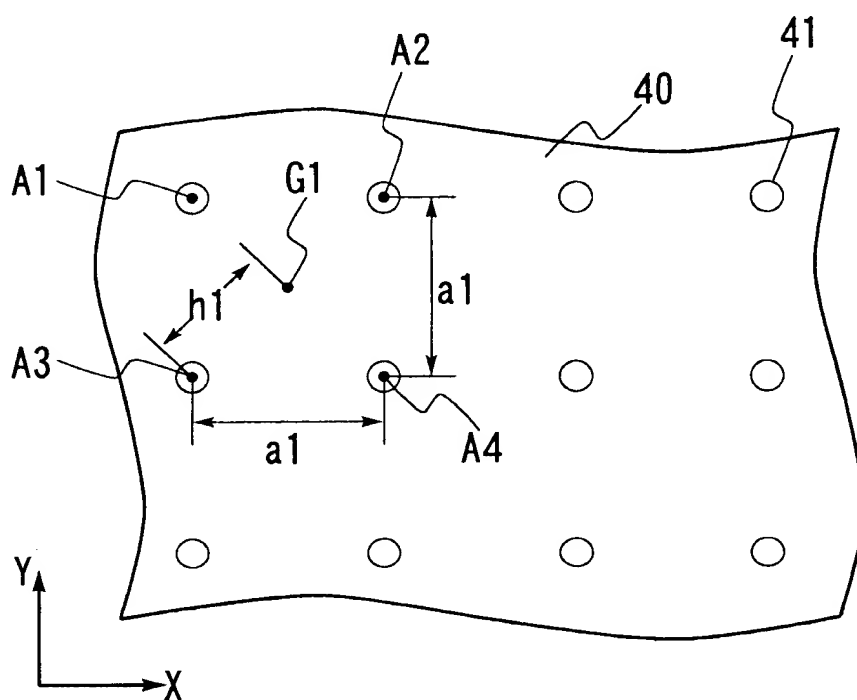
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ウエハとウエハホルダとの間に混入する異物によるウエハの平坦度の悪化を少なくし、かつ吸着によるウエハの変形量を小さく抑える。

【解決手段】 ベース部材 4 上にウエハの輪郭に沿って閉じた凸のリム部 2 を形成し、リム部 2 によって包含された領域内に多数のピン 1 を正三角形の格子状に配列してウエハホルダ W H を形成する。ウエハをウエハホルダ W H 上に載置するときには、真空室 8 a に通じるバルブ V 2 を開いてウエハを高速に吸着する。その後、ウエハをウエハホルダ W H から取り出すまでは、真空ポンプ 7 に通じるバルブ V 1 を開いてバルブ V 2 を閉じ、吸引圧力（吸着力）を弱くする。また、ウエハをウエハホルダ W H から取り出すときには、バルブ V 3 を開いて給気装置 9 よりウエハの底面に気体を吹き付ける。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 1 1 2]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号
氏 名	株式会社ニコン